

住宅地の交通抑制のための道路網構成に関する研究*

A Study on Street System Planning for Traffic
Restraint in a Residential Area

天 野 光 三** 山 中 英 生***
By Kouzou AMANO & Hideo YAMANAKA

In recent years, especially in Europe, new concepts of "Traffic restraint in residential areas" have been applied in the planning and design of neighbourhood road systems. This concept implies through traffic reduction and lower car speeds in local distributor roads for increased safety and more comfortable lives. Traffic restraint in built up residential areas is essential to achieve the hierarchy of street system. And so to distinguish between the pedestrian orientated street space and the traffic orientated roads, it is necessary to improve partially both the road network and space. Comparing work of several alternatives based on a simulation method, this paper provides the best arrangement of footpaths and "woonelf" type roads from the viewpoint of through traffic and pedestrian safety in a real residential area.

1. はじめに

近年の都市域における自動車交通の増大のなかで、住宅地区では居住者や歩行者にとって安全かつ快適な環境を再生することが重要な課題であり、そのための一方策として「住宅地の交通抑制策」という考え方が注目されている。

「住宅地の交通抑制」とは、住宅地における交通安全と住環境の向上を目的として、地区内の自動車交通をできるだけ抑制しようとする考えであり、西独を中心に様々な対策が進められている。西独における住宅地の交通抑制では、幹線道路に接する既成道路網を対象として、①地区内の通過交通を締め出すこと、②地区内道路の自動車走行速度を歩行者の速度まで低下させること、③道路空間の美化と有効

利用を進めることの3点を目的として、そのため、①道路網の改変（普通、道路の新設拡幅は含まない）②道路空間の改変 ③道路設備細部の改変の3種の対策が段階的かつ総合的に実施されている¹⁾。これに対して我が国においても、コミュニティ道路など、道路空間の歩車共存手法の導入が積極的に進められているが、今後は交通抑制の考え方をもとに、住宅地の道路網を対象とした面的な整備を検討していく必要があろう。

このような住宅地の道路網構成では、いわゆる段階的道路構成手法が重要な考え方として従来より定着しており、既成住宅地での具体的実現策としては既存道路の交通規制や道路空間の改変によって、自動車系道路・歩行者系道路といった「道路の機能分化」を図るという「道路の使い分け」の考え方が広まっている²⁾。しかしながらこうした道路網構成計画においては、地区内の自動車利用者の利便性確保と、通過交通の排除や歩行者・居住者空間の整備を

* キーワーズ：地区交通，道路網計画

** 正会員 工博 京都大学教授 工学部交通土木工学科

*** 正会員 工修 京都大学助手 工学部交通土木工学科

(〒606 京都市左京区吉田本町)

いかに両立させるかが重要な課題であり、そのために、限られた道路網空間に自動車交通の処理空間と歩行者空間をどのように配置するかが問題となっている。

本研究は、以上のような背景のもとに、実際の住宅地区を対象として交通抑制のための道路網構成について検討したものであり、そのなかで「道路の使い分け」手法の1つの設計方針を示すとともに、それに沿った道路網の具体的な構成方法を検討することを目的としている。以下では、まず対象地区の概要を説明するとともに、地区内の区画道路に3種の道路の導入する「道路の使い分け」の方針を述べる。次に各道路を個別に導入し、かつ導入量を変えた代替案を作成し、それらの代替案について交通シミュレーションをもとにして、自動車利用者、歩行者、居住者の立場から設定した評価指標を算定し、各道路の導入効果を探る。最後に、以上の分析をもとに各機能の道路を組合せた計画案を作成しその最適性について検討する。

2. 対象地区の概要と「道路の使い分け」の方針

本研究では図-1に示す幹線道路に囲まれた面積約0.8km²の住宅地区を対象とした。この地区には小・中学校、商店街、公園、さらに周辺の幹線道路にバス停、地下鉄駅があり、日常生活圏としてまとまりを持った近隣住区を形成している。また、地区内に3路線の補助幹線道路があり、その他の道路の幅員も最低4mが確保され大部分は6m程度となっており、道路基盤は比較的整備された状態になっている⁽¹⁾。

ここでは、この道路網をもとにして「道路の使い分け」による交通抑制を検討する。まず、交通抑制

の考え方が取り入れられている最近のニュータウンの道路網構成を参考にして、この地区における「道路の使い分け」の方針を次のように考えた。

まず、地区内の補助幹線道路は地区内自動車の集散を受け持つ自動車系道路として位置付けられる。さらに、地区内の交通量や走行速度を抑制し、かつ地区内の自動車交通のアクセスの利便性を確保するため、残りの区画道路に次の３種の道路を配置することとし、その配置方針を以下のように定めた。

(1) フットパス

いわゆる歩行者専用道路であり、緑道として整備される問題意識のとする。従来のニュータウンなどではフットパスを歩行者交通の主要軸に配置するパターンが多く見られたが、この道路だけに面する宅地が生じないように配置しなければならないため、既成道路網に適用への困難である。ここでは幹線道路や補助幹線道路に接する短かい区間に配置することによって、地区の流出入点を少なくし、通過交通の進入を防ぐことを目的とするものとしている。

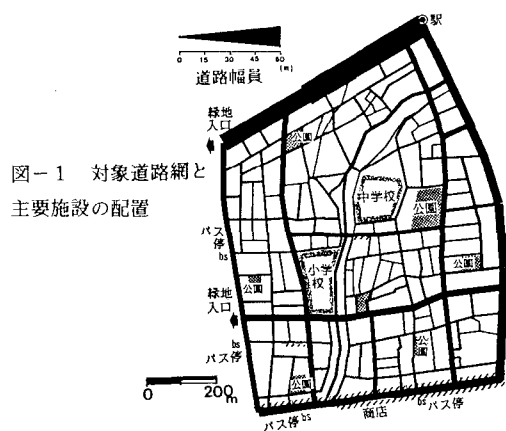
(2) 步車共存道路

自動車が低速でしか走行できない構造を持った、歩行者に優先権のある道路であり、一般的には「コミュニティ道路」として知られているものである。ここでは、この歩車共存道路を、地区の歩行者交通が集中する区画道路で、かつ沿道アクセス車以外の通行を排除できるような地区内部に配置し、これによって、「歩行者動線軸の整備」を図ることを目的とする。さらにこの道路が、自動車にとって地区を分断するゾーンバリアーの役割を果たして、通過交通の排除の効果を持つことも期待している。

(3) コレクター道路

地区内に発生集中する自動車交通をすみやかに幹線・補助幹線道路に導くことを主眼とする道路である。したがって、自動車が円滑に走行できる構造であることが必要であるが、ここでは道路の拡幅等は行わない前提であるため、交差点における優先措置などを実施する。この道路は、幹線道路・補助幹線道路に囲まれた地域内にループ状に設定するとともに、ループを構成する交差点では直進禁止等の規制を施し、最短のアクセス路を構成しかつ通過交通の進入路となることのないようにする。

以上の道路の組合せにより道路網の構成を検討するわけであるが、そのために、まずそれぞれの配置方針に従って各道路を単独で導入し、また導入量を変化することによってどのような効果が得られるの



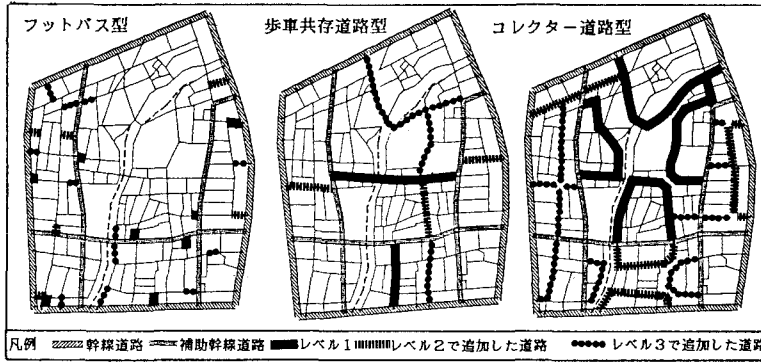


表-1 代替案の一覧

TYPE	レベル	略号	路線・延長
フットパス型	1	F1	8 (345)
	2	F2	14 (665)
	3	F3	26 (1405)
歩車共存道路型	1	P1	2 (717)
	2	P2	5 (1300)
	3	P3	7 (2403)
コレクター道路型	1	C1	4 (1512)
	2	C2	7 (3087)
	3	C3	12 (6031)
基本道路網	Free		(a)

図-2 作成した代替案

かを確かめることにした。図-2、表-1に作成した代替案を示す。各代替案の作成にあたっては、まず可能最大限に配置したものをレベル3とし、そのなかで設置が比較的困難と思われる路線を減らしていき、導入量（道路延長）を2/3としたものをレベル2、1/3をレベル1とした。以後、各案を例えばフットパス型1、2、3案と呼ぶこととする。

3. 交通シミュレーションの方法

代替案の評価にあたっては、簡単な交通流動のシミュレーションによって、①地区内発生自動車交通、②地区内発生歩行者交通、③通過交通の3主体の交通流動を推計する。

(1) 地区内発生自動車交通の推定方法

地区内自動車交通は表-2に示す手順で推定した。推定の対象としたトリップは通勤・事由目的の発生トリップのみであり、他目的のトリップについては発生量が少ないため除いている。また、流入トリップ（特に帰宅）については、発生トリップと経路が同じになるため、考慮しなくても評価に影響無いとため省いた。まず、対象地区の土地利用状況をもとに、地区内の街区別人口密度（常住人口）を推定した上で、道路区間別沿道人口を算定し、PT調査による発生原単位を用いて道路区間別発生交通量

表-2 地区内発生自動車交通量の推計方法

1	対象トリップ	通勤・自由目的の地区内発生トリップ
2	沿道別発生交通量	常住人口×発生原単位 (0.164 55年PT調査)
3	ODの設定・分布交通量	沿道→最寄の幹線道路 発生交通量が全て最寄の幹線道路出口へ向かう
4	配分方法	最短所要時間経路（所要時間は道路種別幅員* 交差点所要時間**を考慮）

* 速度推定式 $V = \min(1.5V_0 + 12, B_1)$ (Km/h) を設定 V_0 :道路幅員(m)
 B_1 :道路種別別上限速度 $B_1=35$ (幹線), 30(補助幹線),
 25(コレクター), 20(区画), 10(歩車共存)

** 交差点の一時停止、右左折の損失時間をそれぞれ4秒と仮定

を算定する。次に、この発生交通が全て最寄の幹線道路へ流出すると仮定して、OD間の最短経路に交通を配分した。配分にあたっては、自動車がより幅員、優先度の高い道路を選好するように、幅員・道路種別による走行速度変化、交差点の損失時間を考慮している。

図-3は推計結果の一例を示している。また図-4は各代替案の自動車の平均走行距離を幹線系道路とその他の道路に分けて示したものである。何れの案でも基本道路網に比べ、幹線系道路の利用距離が長くなり、逆にその他の利用距離が少なく(図中では点が左上に)なる。なかでもフットパス型でその様子が著しく、しかも1台当たりの走行距離が長く(点が右上に)なり、迂回を強いられているのが分る。

(2) 歩行者交通の推定方法

歩行者交通の推計では、表-3に示すように6種の目的地別に、それぞれ発生交通量を常住人口と原単位より推定し、ODを設定して、最短経路に配分する。ODの設定で複数の目的地を持つトリップでは、表中に示すような重力タイプの分布モデルを仮定している。さらに、配分にあたっては、歩行者の選好性を考慮して、緑道、歩車共存道路の認知距離

歩車共存道路型1案

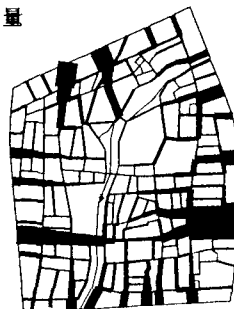


図-3 地区内自動車交通の推計例

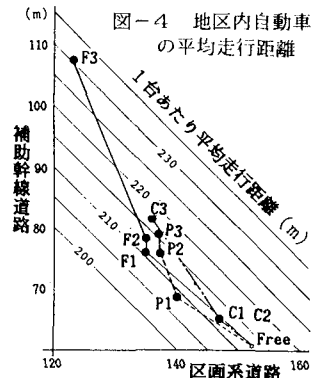


図-4 地区内自動車の平均走行距離

表-3 歩行者交通量の推計方法

1 対象トリップ	通勤・通学・自由目的発生交通			自由目的発生交通		
	地下鉄駅へ	バス停へ	学校へ	商店街へ	公園へ	鶴見緑地へ
2 発生交通量(沿道別) 原単位(55年PT調査) (通学は年齢構成比)	常住人口×発生原単位			常住人口(発生エント)		
	0.131	0.055	小 0.092 中 0.042	0.176	0.067	0.033
3 OD交通量	1ヶ所の駅 へ全発生交 通が向かう	最寄バス停 へ全発生交 通が向かう	校区内の 学校へ全 発生交通 が向かう	発生交通量×目的地別分布係数		
				分布係数:		
				商店街の長さ (距離) ²	面積 (距離) ²	1 (距離) ²
4 配分方法	最短所要時間経路選択 緑道、歩車共存道路の選好性を考慮					

歩車共存道路型1案
目的地：商店

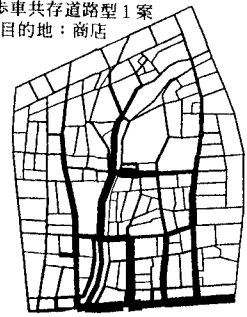


図-5 歩行者交通量の推計例
する路線に通過交通が集中している。

を、それぞれ実距離の80%、90%と仮定している。
図-5は推計結果の一例を示したものである。

(3) 通過交通の推定方法

ここでは、「本来地区を囲む幹線道路を走行する車が、地区内を通過した方が所要時間が短いという理由で地区内に進入する交通」を通過交通と考え、幹線道路の断面交通量データをもとに以下の方法で推計した。まず、図-6に示す地区周辺の幹線交通量を地区への流入交通量と見なし、表-4に示す重力モデル³⁾により流入点間のOD交通量を推定する。次に、このOD交通量を地区内道路を含む全道路網に容量制限付最短経路分割法により配分した。図-7は基本道路網における予測結果を示したものである。西側の南北幹線道路の幅員が16mと狭く、交通容量が他の幹線に比べかなり小さいため、並行

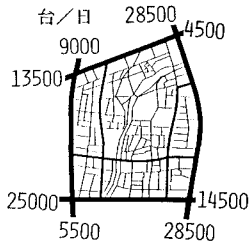
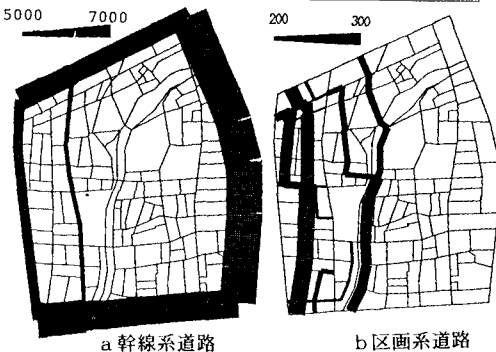


図-6 周辺幹線からの流入交通量

表-4 流入点間OD
交通量の推計方法

モデル式
$OD_{ij} = O_i \cdot D_j \cdot A_i \cdot B_j \cdot R_{ij}$
O_i : 流入交通量
D_j : 流出交通量
A_i : 周辺分布式を満
B_j : たすための係数
R_{ij} : 交通抵抗係数
i, j : 間の経路中で
直進1 右左折0.3
引返し0として算定



a 幹線系道路

b 区画系道路

図-7 通過交通の予測結果

4. 代替案の評価方法

交通シミュレーションの推計結果をもとに、①自動車利用者、②歩行者、③居住者の3主体から見た利便性、安全性、快適性を表わす評価指標を算定する。表-5にここで設定した評価指標を示す。

(1) 地区内自動車利用者に関する指標

利便性を表わす指標としては自動車1トリップ当りの所要時間を用いる。また、安全性を示す指標として1トリップ当りの歩道完備道路利用率(歩道設置道路利用長/全経路長)を用い、快適性指標として1トリップ当りの右左折回数を用いた。

(2) 歩行者に関する指標

歩行者の安全性については、1トリップ当りの歩道利用率、及び自動車交錯数を用いた。自動車交錯数は人が単位歩行距離に出会う車の台数を算定し、歩行者と自動車の道路網上で動線分離の程度を表わす。ただし、交錯する道路での安全性の違いを考慮して、表-7に示す換算係数を仮定し、出会う車の台数に乗じている。また、快適性を示す指標として1トリップあたりの緑道利用率を用いる。ここでは歩行者専用道路、歩車共存道路を緑道とした。

(3) 居住者に関する指標

居住者に関する指標として、ここでは主として通過交通による地区の安全性・快適性の低下に注目し、通過交通の地区内総走行距離の指標を用いた。ただし、道路構造による影響の差を考え、区画道路と補助幹線道路に分けて算定する。また、補助的な指標として通過規制強度を用いる。これは、通過交通の予測を行わずに、交通抑制によって地区の道路網がどの程度通過しにくくなったかを推定するもので、交通抑制策によって通過所要時間の増加した、あるいは通過不可能となった出入口ペア数の全ペア数に対する割合を示すものである。

表-5 評価指標の一覧

主体	項目	指標名	内容	集計方法
自動車利用者	利便性	所要時間	1トリップあたり所要時間 (補助指標 所要時間比= 基本道路網案/抑制策実施案)	OD交通量をウェイトとして平均
	安全性	歩道完備道路利用率	1トリップあたり全経路長に対する歩道設置道路の全長の割合	
	快適性	折れ曲がり回数	1トリップあたり右左折回数	
歩行者	安全性	歩道利用率	1トリップあたり全経路長に対する歩道設置道路の全長の割合	道路種類別に総和
		自動車交錯回数	1トリップ・単位歩行距離あたりに出会う自動車数(道路構造により換算係数を乗じる)	
	快適性	緑道利用率	1トリップあたり全経路長に対する緑道の全長の割合	
居住者	安全性	通過規制強度	抑制策で所要時間が増加した出入口数(うち0.5)、通過不可能になった数の全数に対する割合	単純平均
	快適性	通過交通量	通過交通の地区内道路の総走行距離	道路種類別に総和

表-6 自動車交錯数の算定に用いる換算係数

道路種別・幅員	係数	道路種別・幅員	係数
幹線道路	0.0	その他の道路	
歩車共存道路		幅員16m以上	0.0
幅員10m以上	0.0	10m以上	0.5
10m未満	0.5	10m未満	1.0

4. 個別導入代替案の効果分析結果

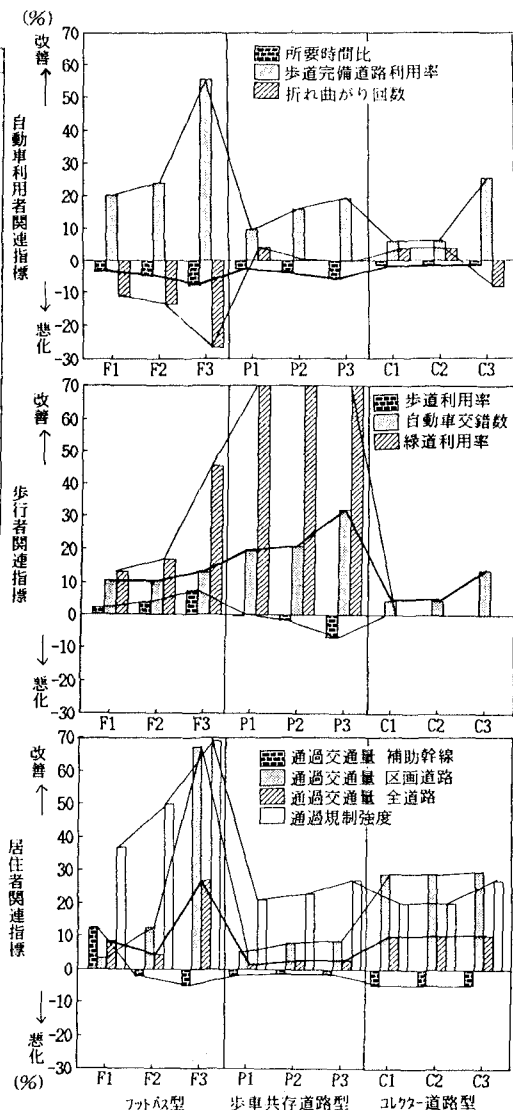
図-8は各評価指標について、それぞれの代替案の指標値が基本道路網案の指標値に比べどの程度改善・悪化しているかを示したものである。これから評価主体別に代替案の効果を考察すると以下のようにまとめられる。

(1) 地区内自動車利用者に関する指標について

いずれの案でも、所要時間が悪化する一方歩道完備道路利用率が改善する傾向にある。これは交通抑制によって、車が区画系道路から幹線系道路へと移行するためであるが、この効果はフットパス方で最も著しい。しかも、折れ曲がり回数の悪化が他の2つの型に比べ大きく、フットパスの導入によって車が迂回を強いられていることがわかる。これに対して、歩車共存道路型では所要時間の悪化傾向が見られるが、折れ曲がり回数は悪化していない。コレクター道路型では、レベル1案にコレクター道路のみを追加したレベル2の評価値がレベル1と全く同じであり、道路そのものも効果は少なく、交差点規制による効果であることがわかる。

(2) 歩行者に関する指標について

歩行者の安全性・快適性の向上という点では、歩車共存道路型の効果が大きく、緑道利用率の増加に加え、歩車の動線分離の程度を表わす自動車交錯数



改善率：
増加=改善の指標 $(1 - \text{指標値}/\text{基本道路網での指標値}) \times 100\%$
増加=悪化の指標 $(\text{指標値}/\text{基本道路網での指標値} - 1) \times 100\%$
改善率が70%を越えたものについては70%と表示している。

図-8 個別導入代替案の指標別改善度

についても改善度が高くなっている。次いで、フットパス型でも同様の効果が見られる。なお、コレクター道路型では歩行者の交通流動が変化しないため自動車交錯数以外の指標が変化していない。

(3) 居住者に関する指標について

何れの案でも区画道路および全道路の通過交通量が減少する傾向にあり、なかでもフットパス型で最も効果が高い。次いでコレクター道路型の効果が高くなっているが、これについても主に交差点規制に

よるものと考えられる。しかし、補助幹線道路の通過交通はF1を除く全ての案で増加しており、区画道路の通過交通が増入していることがわかる。ただし、増加率はさほど大きくない。ところで、通過規制強度指標と予測通過交通量とを比べると、歩車共存型でやや効果が過大になっているが、これは、実際には通過交通の生じやすい出入口が限られているのに対して、この指標では全出入口ペアに等ウェイトを仮定していることなどによるものであろう。

以上の考察結果を概括的に言うならば、まずフットパスの導入は通過交通の抑制効果が高く、ただしそれだけ地区内の自動車利用車に対する影響も大きい。また、歩車共存道路は歩行者動線軸の歩行者空間整備効果が期待でき、地区内自動車の利便性への影響が少ないうえに、通過交通抑制効果はあまり期待できない。しかし、コレクター道路型では、交差点規制の導入による通過交通の抑制効果が見られるものの、道路そのものの導入効果はほとんど見られない。

5. 組合せ計画案の作成とその評価結果

次に、以上の分析結果をもとにして1つの組合せ計画案を作成し、その最適性について検討する。

(1) 組合せ計画案の作成

個別導入代替案の分析結果をもとに、ここでの組合せ方針として、まずフットパスを最少限の路線で通過交通の抑制が最大となるように導入し、さらに歩車共存道路を歩行者動線軸に配置することとする。また、コレクター道路および交差点規制については導入しないことにする。

まずフットパスの路線の抽出には、レベル3案の全フットパス(26路線)を対象に、区画道路の通過交

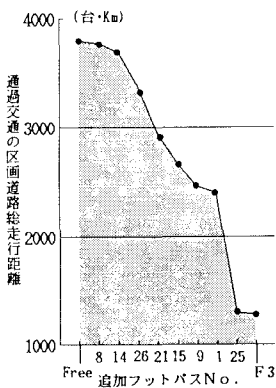


図-9 フットパス追加による区画道路通過交通量の変化

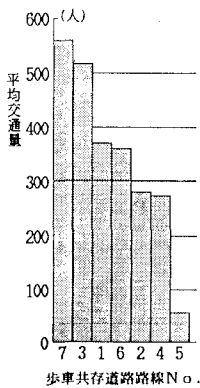


図-10 歩車共存道路路線別平均交通量

通量の最少化を指標として最適ネットワーク構成手法を応用した。すなわち、基本道路網に対して全フットパスのうち1路線を追加した場合全てについて通過交通量を予測し、最も交通量が少なくなる路線を追加する。さらにこの案をもとに同様の手順を繰り返す。図-9は、この結果からフットパスの追加による通過交通量の減少を示したものであり、8路線のフットパスを導入するだけでレベル3案と同程度の通過交通抑制効果が得られる⁽²⁾ことがわかる。そこで、この8路線を導入することにした。

次に、歩車共存道路を歩行者動線軸、すなわち歩行者交通量の多い路線から選ぶ。図-10はレベル3案の7路線の歩車共存道路について、路線別平均交通量を算定したものであるが、これより、平均交通量が300人以上の(片方向の予測のため全日では倍になる)上位4路線を選出した。図-11に作成した計画案を示す。

(2) 計画案の評価結果

計画案の評価には、自動車利用者の所要時間、歩行者の自動車交錯数・緑道利用率、通過交通の地区内区画道路総走行距離の4つの代表的指標を用いた。図-12は自動車利用車の所要時間の指標を横軸、他の3つの指標を縦軸として各案をプロットしたものである。これによると、何れの案も基本道路網に比べ左上に位置しており、しかもこの傾きが大きいほど所要時間の悪化に対する各指標の改善度(いうなればBenefit/Costの値)が高いことがわかる。この図によっても、フットパス型が通過交通抑制効果に秀でており、歩車共存道路型が他の2つの指標改善度で優れていることがわかるが、組合せ計画案も各指標についてかなりの改善度となっており、バランスのとれた案となっている。

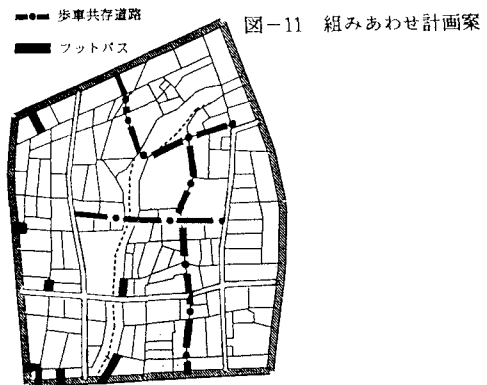


図-11 組みあわせ計画案

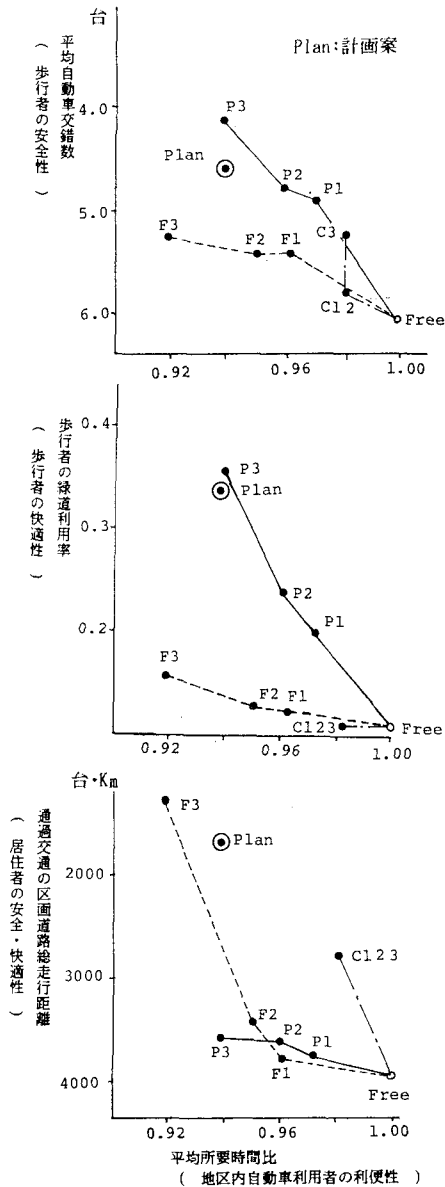


図-12 組みあわせ計画案の効果

6. おわりに

本研究では、実際の住居地区を対象として、交通抑制のための道路網構成手法について検討し、その結果、1つの望ましい構成方法としてフットバスと歩車共存道路による「道路の使い分け」方法と、その具体的配置案の作成方法を提案した。最後に、残された問題と今後の課題についてまとめておく。

まず、ここで提案した構成手法は1つのタイプであり、実際に交通抑制策を計画するにあたってはさ

らに多くの方法について検討し、地区に適した構成方法を検討する必要がある。例えば、西独で多い遮断や交差点対角遮断による通過抑制と交互駐車による走行速度低下手法の組合せ、またハンプを効果的に配置することによって通過抑制と速度低下を図ろうとするもの、等多くの適用例があり、今後も新しい方法について検討する必要がある。

さらに、本研究で用いたいくつかの評価手法についてその制度の検討と、精緻化をすすめることも今後の課題である。例えば、通過交通抑制効果の評価に関しては、ここで行なったように1つの通過交通需要パターンだけでなく、いくつかの需要量やパターンをもとに感度分析すること、評価指標についてその評価水準(満足水準、許容水準など)を検討することなどが考えられる。

最後に、本研究の遂行に関して、大阪市都市整備局からデータを提供して頂き、計算等には大学院生佐崎俊治氏(現大阪市)の協力を得た。ここに謝意を表する次第である。

補注

(1) ただし、この道路網は地区の現況ではなく、地区で計画されている東西方向2路線の幹線道路の整備に加えて、地区内の道路網も区画整理によって整備された場合を想定し、その計画案を基本道路網としたものである。したがって、この地区に限れば、交通抑制計画にあたっては、「道路の使い分け」の枠にこだわらず区画道路網の変更が可能である。しかし、①このような同時考慮による道路網構成の検討が困難なこと、②当地区は市街化が進んでおり基本的道路網は現況道路網にかなり規定される、③検討結果をもとに、構成案を実施しやすいように道路網を部分修正するなど、段階的計画を考える、という理由から、道路網を固定して「道路の使い分け」の範囲での計画を検討することとした。

(2) このように少ない路線が抽出されることは、この地区で通過交通の生じやすい路線がかなり限られていることに関係している。

参考文献

- 1) 例えば
天野光三:人と車の共存道路、技報堂、1982.10
小谷、山中:西下町における住宅地の交通抑制策の現状と課題、第7回土木計画学研究・講演集(掲載予定)、1985.1
- 2) 大阪市土木局:地区道路交通環境整備計画策定に関する調査研究報告書(総集編)-地区道路網計画と歩行者系道路、1981.3
- 3) 飯田、浅井、清水:道路網内交通のサンプル調査に基づくOD交通量の推計方法、第31回土木学会年次学術講演会、1976
- 4) 山中、天野、小谷:住宅地域における道路網構成とその評価に関する研究、第6回土木計画学研究・講演集、1984.1